



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG) PARA LA  
COMUNIDAD DE SUSULÍ-CENTRAL DEL MUNICIPIO DE SAN DIONISIO-  
MATAGALPA, PERIODO 2019-2039”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Elizabeth Lumbi Flores

Br. Selim Isaí Gómez Velásquez

Br. Marlon Ezequiel Aráuz Cruz

**Tutor**

M.Sc. Ing. Henry Eduardo Lóaisiga

Managua, Enero 2020

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos en primer lugar a Dios por regalarnos sabiduría y darnos la capacidad de realizar y terminar nuestro trabajo monográfico ya que sin Él no hubiésemos concluido nuestros estudios.

Son muchas las personas e instituciones que han participado en este trabajo monográfico a quienes queremos expresarles nuestra gratitud por el apoyo y la confianza que nos han prestado de forma desinteresada.

Una de estas instituciones es la Organización para el Desarrollo Económico y Social para el Área Urbana y Rural (ODESAR) por avalar nuestro trabajo monográfico y por habernos suministrado información que se utilizó en la realización del estudio, con el asesoramiento del Ing. Benjamín Centeno.

Alcaldía del municipio de San Dionisio por el apoyo de información y préstamo de equipo topográfico.

Un sincero agradecimiento a nuestro tutor M.Sc. Ing. Henry Eduardo Loásiga por todo el tiempo que nos ha dado.

Al Comité de agua de la comunidad de Susulí central y a sus habitantes en general que con amabilidad nos recibieron en sus hogares y facilitaron la información necesaria para el estudio socio económico del lugar.

Br. Elizabeth Lumbí Flores

Br. Selim Isaí Gómez Velásquez.

Br. Marlon Ezequiel Arauz Cruz

## DEDICATORIA

A Dios por guiarnos durante todo este proceso, darnos la fuerza en momentos difíciles y darnos la bendición de llegar hasta aquí.

A nuestros padres por el apoyo que nos brindaron para culminar nuestra carrera profesional, gracias por sus consejos y el amor que nos dan.

A nuestros maestros, gracia por su tiempo su apoyo así como la sabiduría que nos impartieron en las aulas de clases.

Gracias a todas aquellas personas que nos colaboraron de alguna manera en la culminación de esta meta.

Br. Elizabeth Lumbí Flores

Br. Selim Isaí Gómez Velásquez.

Br. Marlon Ezequiel Arauz Cruz

*"Sabiduría ante todo; adquiere sabiduría; y sobre todas tus posesiones adquiere inteligencia."*

*Proverbios 4:7*

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este trabajo monográfico, aborda paso a paso la descripción del proyecto de un mini acueducto por gravedad de agua potable en la comunidad de Susulí Central del municipio de San Dionisio departamento de Matagalpa.

El diseño cuenta con todos los elementos que conforman un mini acueducto por gravedad:

- Captación de la fuente
- Línea de conducción
- Almacenamiento
- Red de distribución

Incluye también planos constructivos del sistema de abastecimiento diseñado, también del sistema de saneamiento propuesto de letrinas foso seco y detalles del costo monetario para la ejecución del proyecto

El Sistema está diseñado a partir de las normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, tomando en cuenta las principales características que posee la zona y con los criterios hidráulicos que garanticen un funcionamiento eficiente durante su vida útil.

El censo fue la base principal para definir las variables que permitieron diseñar el sistema de abastecimiento. Esta comunidad posee una población de 1918 habitantes actualmente.

El diseño hidráulico del sistema se realizó en el software EPANET, en el cual se definen los principales parámetros hidráulicos como: caudal, presión, diámetro, velocidad, etc.

La línea de conducción tiene una longitud de 1029 metros, se construirán tres pilas rompe presión, la tipología del tanque es de mampostería de ladrillo, la red de distribución tiene una longitud de 7906.14 metros de tubería pvc con diámetros desde 1 ¼ de pulgada hasta 4 pulgadas.

El costo total del proyecto es de tres millones doscientos sesenta y siete mil ochocientos cuarenta y seis córdobas con treinta y tres centavos C\$ 3,267,

846.33 córdobas equivalentes a noventa y siete mil quinientos cuarenta y siete dólares con sesenta y cinco centavos dólar, \$97, 547.65 dólares americanos, con una tasa de cambio oficial de C\$33.50 córdobas por dólar, a la fecha de enero 2020.

## INDICE

CAPITULO I .....	
I- GENERALIDADES .....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Descripción del área de estudio .....	5
1.5.1. Localización .....	5
1.5.2. Demografía .....	6
1.5.3. Aspectos generales del área rural del municipio .....	6
CAPITULO II .....	
II- MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Estudio de la población .....	8
2.1.1 Proyección de la población .....	8
2.1.2 Determinación de consumo de agua .....	8
2.2 Suficiencia y calidad del agua .....	11
2.2.1 Aforos .....	11
2.2.2 Análisis de calidad de agua .....	11
2.3 Fuente de abastecimiento .....	11
2.3.1 Tipos de fuentes .....	11
2.4 Estudio topográfico .....	12
2.5 Línea de conducción .....	12
2.5.1 Línea de conducción por gravedad .....	12
2.5.2 Diámetro .....	13

2.5.3	Golpe de ariete .....	13
2.5.4	Diseño hidráulico .....	14
2.6	Red de distribución .....	14
2.6.1	Funciones de la red de distribución .....	14
2.6.2	Cálculo de la red con la utilización del programa EPANET .....	14
2.7	Conexiones domiciliarias .....	15
2.8	Accesorios .....	15
2.9	Válvulas .....	15
2.9.1	Válvula de aire .....	15
2.9.2	Válvula de limpieza .....	16
2.9.3	Válvula reguladora de presión .....	16
2.9.4	Tee.....	16
2.9.5	Reducciones .....	16
2.9.6	Tratamiento del agua .....	16
2.9.7	Cloración.....	16
2.10	Sistema de saneamiento (Letrinas foso seco) .....	17
2.11	Estimación de costo del proyecto .....	17
2.11.1	Costo y presupuesto del proyecto .....	17
CAPITULO III .....		
III-	DISEÑO METODOLÓGICO .....	18
3.1	Estudio socioeconómico .....	18
3.2	Estudio topográfico .....	18
3.3	Determinación de consumo de agua .....	18
3.3.1	Proyección de la población .....	18
3.3.2	Dotación de agua.....	18
3.3.3	Almacenamiento .....	19
3.4	Suficiencia y calidad del agua.....	19

3.4.1	Aforos y análisis de calidad de agua .....	19
3.5	Línea de conducción.....	19
3.6	Red de distribución .....	19
3.6.1	Cálculo de la red con la utilización del programa EPANET .....	20
3.7	Alternativa de potabilización .....	20
3.8	Sistema de saneamiento (Letrinas de foso seco) .....	20
3.9	Estimación de costo del proyecto .....	20
3.9.1	Costo y presupuesto del proyecto .....	20
CAPITULO IV .....		
IV-	ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	21
4.1	Estudio socio-económico .....	21
4.1.1	Sistema de abastecimiento de agua.....	23
4.2	Proyección de la población .....	27
4.3	Cálculo de la proyección de la población.....	27
4.4	Dotación de agua.....	27
4.5	Caudales de diseño .....	27
4.6	Variaciones de consumo.....	28
4.7	Periodo de diseño .....	28
4.8	Obras de captación.....	29
4.9	Almacenamiento .....	29
4.10	Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua .....	29
4.11	Alternativa de potabilización .....	29
4.11.1	Cálculo de cloración .....	30
4.12	Línea de conducción.....	31
4.12.1	Análisis hidráulico de la línea de conducción.....	31
4.12.2	Cálculo del golpe de ariete .....	31
4.13	Diseño de la red de distribución en EPANET .....	34



4.14	Diseño del sistema de saneamiento de letrinas de foso seco .....	39
4.15	Presupuesto.....	39
CAPITULO V .....		
V-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
5.1	Conclusiones .....	40
5.2	Recomendaciones .....	41
BIBLIOGRAFÍA .....		42
ANEXOS .....		1

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Macro localización.....	5
Ilustración 2	Micro localización.....	6
Ilustración 3.	Estado de la vivienda .....	22
Ilustración 4.	Servicio higiénico .....	22
Ilustración 5.	Aceptación del servicio de agua.....	23
Ilustración 6.	Calidad del agua .....	24
Ilustración 7.	Aportaría para mejorar el sistema de agua .....	24
Ilustración 8.	Aceptaría medidor.....	25
Ilustración 9.	Eliminación de la basura .....	25
Ilustración 10.	Enfermedades comunes .....	26
Ilustración 11.	Tratamiento.....	26
Ilustración 12	Enfermedades por consumo de agua .....	27
Ilustración 13	Presiones en la red de distribución .....	35
Ilustración 14	Presiones en los nodos para el consumo máximo hora.....	36
Ilustración 15	Velocidades en la red de distribución.....	37
Ilustración 16	Velocidades en las tuberías para el consumo máximo hora .....	38

# **CAPITULO I**

(GENERALIDADES)

## **I- GENERALIDADES**

### **1.1.Introducción**

Uno de los servicios básicos es el agua potable ya que de este dependen muchas actividades económicas y sanitarias, sin embargo los altos índice de crecimiento poblacional han provocado un déficit en el abastecimiento de la red de agua potable. Esto conlleva a realizar nuevos sistema de abastecimiento, los cuales cumplan con la calidad y distribución adecuada.

En Nicaragua el encargado de realizar estos proyectos es la Empresa Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado (ENACAL), quien se encarga en su mayor parte de las zonas urbanas. Pero también existen Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que al igual que ENACAL realizan proyectos de agua potable para las poblaciones más alejadas de las zonas urbanas.

Estas ONG durante muchos años han llevado a cabo proyectos de agua potable en distintas comunidades de Nicaragua, una de las tantas comunidades beneficiadas es Susulí Central ubicada a 27 kilómetros de la ciudad de Matagalpa carretera Esquipulas, perteneciente al municipio de San Dionisio departamento de Matagalpa. En este lugar las ONG PLANSAR y CARE construyeron un sistema de abastecimiento de agua potable, que es un mini acueducto por gravedad. El diseño se realizó en el año 1977 y comenzó a funcionar en el 1985.

Lamentablemente en la actualidad la red de agua potable no logra una cobertura total de la comunidad, debido al aumento de los habitantes y mal estado del sistema de abastecimiento ver, (Ilustración 18 Tubería en mal estado). En una visita a la comunidad se corroboró el mal estado de las tuberías, altas presiones en la misma, lo que causa frecuente daño al sistema.

En el presente documento se pretende diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que beneficie a los habitantes de Susulí Central que cumpla con las normas y procedimiento de los sistemas de agua y saneamiento de nuestro país. Como parte del proceso de investigación de campo se evaluó la calidad del agua mediante análisis de laboratorio físico-químico y bacteriológico.

Como un aporte para mejorar la salud e higiene de las personas que habitan en la localidad se presenta el diseño de letrinas de tipo convencional de foso seco.

## **1.2. Antecedentes**

En Nicaragua existen 739 mini acueductos por gravedad de los cuales 570 están ubicados en la región central y de estos 180 pertenecen al departamento de Matagalpa.

La Comunidad de Susulí-Central pertenece al municipio de San Dionisio departamento de Matagalpa. La comunidad se divide en seis sectores, y 440 viviendas.

Esta comunidad actualmente cuenta con un sistema de agua potable, el cual fue diseñado en el año 1977 por la ONG PLAN SAR comenzando a abastecer a la comunidad en 1985 para una población de 600 personas divididas en 140 viviendas.

Entre los años 1990-1995 el sistema de abastecimiento dejó de funcionar correctamente, uno de los principales problemas fue la elevación del tanque de almacenamiento, el cual provocaba altas presiones en las tuberías y esto hacía que estas explotaran.

En 1995 la comunidad con apoyo de la ONG CARE rediseñó el sistema con el que contaban, anexando al diseño 60 viviendas más y construyendo un nuevo tanque de almacenamiento a una menor elevación.

Hoy en día este mini acueducto por gravedad funciona deficientemente ya que el agua no abastece a toda la comunidad, una de las razones es que su población ha tenido un aumento considerable, actualmente en la comunidad de Susulí Central hay 1918 habitantes.

La directiva del proyecto buscó otras soluciones por el desabastecimiento de agua, una de las alternativas era un proyecto de agua potable que recientemente se construyó cerca de la comunidad llamado el Jícaro, el comité de agua de Susulí Central pretendía anexar parte de la comunidad a este proyecto. Lamentablemente el proyecto del Jícaro falla constantemente. Según algunos

pobladores beneficiados de este proyecto se quejan porque el agua solo les llega dos veces por semana.

Al no poder anexarse al proyecto del Jícaro, los pobladores de Susulí Central tienen que buscar otras alternativas para abastecerse del vital líquido, una de ellas es ir al río para lavar su ropa y su aseo personal, para el consumo comentaban que en ocasiones traen el agua del río y la hierven, o algunas familias compran agua purificada.

### **1.3. Justificación**

Según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo “La escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes.” (PNUD, 2020)

Actualmente los habitantes de la comunidad de Susulí Central se abastecen de agua potable a partir de un Mini acueducto por gravedad el cual fue construido en el año 1977 con fondos de la ONG PLANSAR primera etapa y ONG CARE segunda etapa. Hoy en día el sistema de abastecimiento de agua no cumple con la demanda de toda la población, algunos componentes del sistema se encuentran en estado deteriorado por la cantidad de años utilizados. Debido al crecimiento poblacional año tras años, se encuentran familias que no tienen conexión domiciliar, estas se abastecen por medio de los vecinos, quebradas, ríos, pozos.

El sistema se abastece de 7 fuentes o manantiales en su mayoría aptos para el consumo humano, las tuberías de conducción y distribución del mini acueducto son tubería PVC de 3”, 2”, 1” y ½”. Existen tuberías que cruzan por medio de solares privados lo que dificulta las actividades de operación y mantenimiento, además el agua que es distribuida a la población para su consumo no obedece a ningún tratamiento lo que pone en riesgo la salud de los habitantes.

Todos estos problemas son elementos que se deben considerar y que justifican la demanda de mejorar el proyecto de agua para la comunidad que garantice calidad, cantidad y continuidad.

EL 24 de abril del año 2018 se realizó un aforo donde se intersectan todas las fuentes, para conocer capacidad de esta, se realizó 5 veces el aforo para sacar un promedio del tiempo y obtener un resultado más exacto, los resultados del aforo dieron un valor de 100 galones por minuto este aforo fue realizado en época de verano, también se realizó un aforo en época de invierno el resultado fue de 160 galones por minuto, el CAPS afirma que este comportamiento en la fuente es similar desde que se construyó el sistema. Con estos resultados se muestra que la fuente es apta para abastecimiento de la comunidad.

Otra problemática existente en la comunidad es no cuenta con una red de alcantarillado sanitario, dada esta situación se propone la construcción letrinas de foso seco, tipo convencional con el fin de resguardar la higiene de las familias de que viven en la comunidad ver (Ilustración 4. Servicio higiénico).

Se puede afirmar que todas las problemáticas antes mencionas son justificación para el estudio y diseño de este proyecto, ya que lo que se pretende es mejorar las condiciones de vida, salud e higiene de la comunidad.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Diseñar un Mini Acueducto por Gravedad (MAG) para la comunidad de Susulí Central municipio de San Dionisio-Matagalpa.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- 1- Realizar un estudio de las condiciones socio-económicas de las familias de la Comunidad de Susulí Central.
- 2- Realizar un estudio de las características físico-químicas y bacteriológicas de la fuente de abastecimiento para garantizar calidad del agua.
- 3- Realizar un estudio topográfico altimétrico del área de estudio.

- 4- Considerar una alternativa de potabilización del agua para el consumo humano.
- 5- Diseñar el sistema de abastecimiento para la comunidad de Susulí Central para un periodo de 20 años.
- 6- Diseñar un sistema de saneamiento de letrinas de foso seco.
- 7- Elaborar presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para la comunidad Susulí Central.

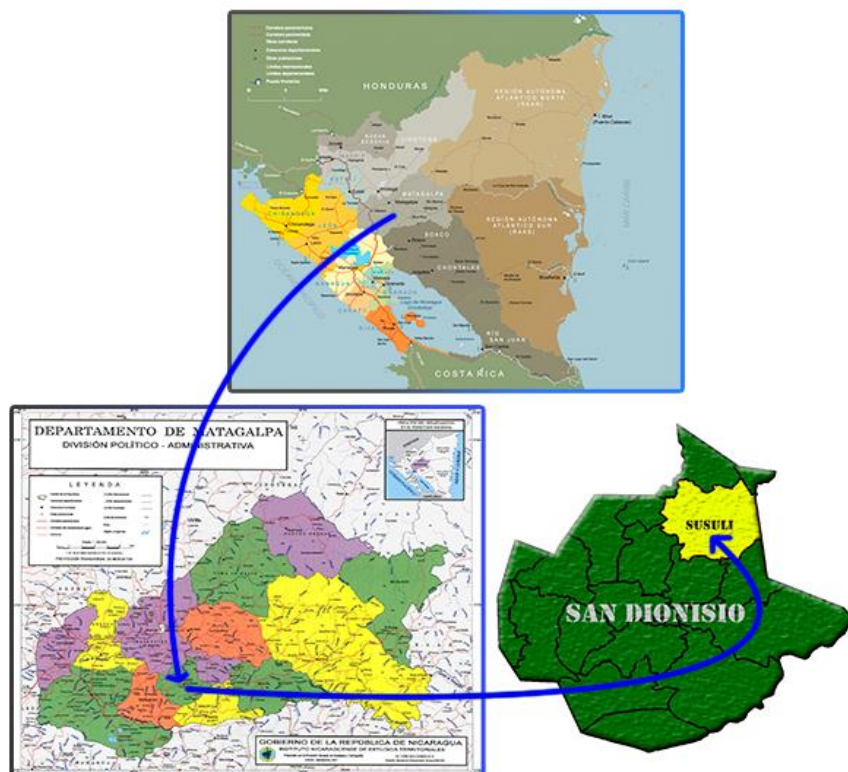
## 1.5. Descripción del área de estudio

### 1.5.1. Localización

#### 1.5.1.1. Macro localización

El municipio de San Dionisio está ubicado a 124 km de la capital Managua y 35 km de la cabecera departamental Matagalpa-Matagalpa. Con una extensión territorial de 152 km<sup>2</sup>.

Ilustración 1 Macro localización



Fuente: Elaboración propia

#### **1.5.1.2. Micro localización**

La comunidad de Susulí Central pertenece al municipio de San Dionisio departamento de Matagalpa. Está ubicada a 27 Km de la cabecera Departamental y 7.8 km del municipio de san Dionisio, con coordenadas 12°49'01.1"N y 85°51'00.1"W.

Ilustración 2 Micro localización



Fuente: Elaboración propia

#### **1.5.2. Demografía**

La comunidad de Susulí Central se divide en seis sectores, su población es actual de 1918 habitantes, existen 440 viviendas, en el lugar también existen 7 iglesias evangélicas, 2 escuelas y un centro de salud.

Los pobladores de la localidad se dedican mayormente a la agricultura y lo cultivado es comercializado, otra parte de la población son jornaleros o tienen otro tipo de ocupación laboral.

#### **1.5.3. Aspectos generales del área rural del municipio**

##### **1.5.3.1. Clima.**

El clima de la zona se caracteriza por tener un clima de sabana tropical. La temperatura oscila entre 25° y 27° c clima de sabana tropical sub – húmedo. Existe presencia de temperaturas frescas y dos zonas climáticas bien definidas,



una con bajas precipitaciones de 1 mm y períodos caniculares muy prolongados y otra con lluvias constantes y muy favorecidas de hasta 166 mm Clima de sabana tropical, sub-húmedo. (Dionisio, s.f.)

#### **1.5.3.2. Topografía del sitio (Relieve)**

Se encuentra ubicado, en el sistema montañoso de la Provincia Tierras Altas del Interior, presentando una topografía fuertemente accidentada y formas escarpadas a muy escarpadas (Dionisio, s.f.)

#### **1.5.3.3. Flora**

Esta zona del país cuenta con una gran variedad de flora como el Pochote, Guanacaste, Jiñocuabo, Eucalipto, Higo, Aguacate montero, Bálsamo, Matapalo, Carao, Cedro, Genízaro, Guácimo, Güiligüiste, Laurel hembra, Madero negro. (Dionisio, s.f.)

#### **1.5.3.4. Fauna**

En ella cuenta con distintos tipos de especies como: monos, congo y mico, león colorado, venado, tigrillo, ardillas, conejos, loros, guapotes, lagartos, cangrejos y serpientes. (Dionisio, s.f.)

# **CAPITULO II**

(MARCO TEÓRICO)

## **II- MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se abordan definiciones y términos que sustentan la presente investigación sobre el diseño de un Mini Acueducto por Gravedad.

### **2.1 Estudio de la población**

La determinación de las características de la población y su proyección futura, son los aspectos más importantes del análisis demográfico.

El estudio de población consistirá en la caracterización del estilo de vida de los habitantes de la comunidad, las edades y nivel de ingreso general, además de las características habitacionales, y la estimación de la tasa de crecimiento poblacional para la comunidad. La información requerida se obtuvo de la realización de un censo socioeconómico.

#### **2.1.1 Proyección de la población**

El cálculo de la población futura en el periodo de diseño, se utilizó el método geométrico, para el cual:

$$P_n = P_o(1 + r)^n \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

$P_n$ : Población del año "n"

$P_o$ : Población al inicio del período de diseño

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n: Número de años que comprende el período de diseño.

La tasa de crecimiento calculada para el periodo de diseño, se comparó con la tasa nacional, que varía de 2.5% a 4%.

#### **2.1.2 Determinación de consumo de agua**

Para el consumo de agua se tomaron el rango de la población y las dotaciones establecidas por las normas referentes al Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural de INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), según la cantidad de habitantes existente en el lugar en estudio.

#### **2.1.2.1 Consumo domestico**

Se calculara con la formula siguiente:

$$CD = \frac{Dotacion * cantidad\ de\ habitantes}{86400} \quad \text{Ecuación 2}$$

#### **2.1.2.2 Consumo público ó institucional**

Se considera cuando existen centros públicos como escuelas, centros de salud e iglesias.

$$CP = 7\% CD \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

CD: Consumo doméstico

#### **2.1.2.3 Consumo Promedio Diario**

$$CPD = CD + CP \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

CD: Consumo doméstico

CP: Consumo público

#### **2.1.2.4 Pérdidas de agua en el sistema**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de los componentes, la cantidad de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

#### **2.1.2.5 Consumo máximo día**

El consumo máximo día se obtendrá mediante el consumo promedio diario por el factor día.

$$CMD = 1.5 CPD + Pérdidas \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

CPD: Consumo promedio diario

### **2.1.2.6 Consumo máximo hora**

La demanda máxima que se presenta en una hora, se utiliza en el análisis hidráulico de la red de distribución. Se obtiene:

$$CMH = 2.5CPD + Pérdidas \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

CPD: Consumo promedio diario

### **2.1.2.7 Almacenamiento**

Los depósitos de almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones del suministro de agua.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen compensador:

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva:

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en la línea de conducción u obras de captación, se estimará igual 20% del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

Tipos de tanque para agua tratada:

- Tanques apoyados en el suelo.
- Tanques elevados.

La ubicación del tanque va de acuerdo a las condiciones topográficas, se debe estar lo más cerca posible de la red de distribución para que las presiones de servicios sean aceptables en los puntos de distribución.

## **2.2 Suficiencia y calidad del agua**

### **2.2.1 Aforos**

Es la medida del volumen de agua en un tiempo determinado. Este se realizó utilizando el método volumétrico, el cual consiste en tomar el tiempo en que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en litros/segundos.

### **2.2.2 Análisis de calidad de agua**

Se refiere al conjunto de requisitos físicos, químicos y bacteriológicos que debe cumplir el agua para no constituir un riesgo para la vida o para la salud de la población y también para la preservación del medio ambiente.

## **2.3 Fuente de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

### **2.3.1 Tipos de fuentes**

Aguas superficiales: Corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos y lagunas). Estas aguas están expuestas a la acción del calor, y pueden ser contaminadas por vertederos de afluentes cargados de sustancias orgánicas.

Aguas sub-superficiales: Es el agua que se encuentra bajo la superficie, que se infiltra a través de gravedad en zonas altas y que, por su elevación y pendiente del suelo pueden re-aparecer en la superficie en zonas de menor altura en forma de manantial y afloramiento.

Aguas subterráneas: Son aguas infiltradas desde las superficies de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad hasta que alcanza un estrato permeable.

Manantiales: Un manantial es punto localizado en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea que aparece en la superficie en forma de corriente.

## **2.4 Estudio topográfico**

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, estos levantamientos topográficos sirven de guía para saber las diferencias de alturas en el terreno y longitudes en los diferentes tramos de las tuberías.

## **2.5 Línea de conducción**

La línea de conducción es el medio para que el agua pueda llegar hasta los usuarios desde la fuente.

Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo día, deberá estar compuesto de los accesorios y obras necesarias para un buen funcionamiento de acuerdo a las presiones especificadas para las tuberías, incluyendo la protección y mantenimientos de las mismas.

Según las características de la fuente y el terreno, existen dos tipos de línea de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo.

### **2.5.1 Línea de conducción por gravedad**

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puedan utilizarse para vencer pérdidas por fricción originadas en el acueducto al producirse el flujo.

En el diseño se tomaran en cuenta criterios importantes para su funcionamiento correcto:

- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de almacenamiento.

- Capacidad para transportar el caudal máximo.
- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar diámetros accesibles para la economía del proyecto.

Se utilizara la fórmula de Hazen-William para el diseño de la línea de conducción.

$$H_f = 10.674 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \frac{L_c}{D^{4.87}} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

H<sub>f</sub>: Pérdida de carga

L: Longitud de la tubería

Q: Caudal máximo día (m<sup>3</sup>/s).

D: Diámetro interno de la tubería (m).

C: Coeficiente para diferente material (Hazen-William).

### 2.5.2 Diámetro

Para el cálculo del diámetro de la tubería en la línea de conducción se despejo la fórmula de pérdidas de Hazen-William

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{10.674 * Q^{1.852}}{(150)^{1.852} \left(\frac{h}{l}\right)}} \quad \text{Ecuación 7}$$

### 2.5.3 Golpe de ariete

Se realizaran las consideraciones técnicas necesarias para prevenir las condiciones del golpe de Ariete.

Se trabajara con la ecuación de Allievi para calcular la velocidad de propagación de la onda de sobrepresión:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \left(\frac{K * D}{e}\right)}} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

a: Celeridad de la onda de presión (m/s)



D: Diámetro interno del tubo en (mm)

e: Espesor de la tubería (mm)

K: Coeficiente que tienen en cuenta el módulo de elasticidad del material del tubo para tubos plásticos o de PVC, K= 18

Para cierre rápido (Tiempo de Cierre  $T_c > 2L/C$ ) la sobrepresión se calcula con la fórmula:

$$\Delta H = \frac{V * a}{g} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

V: Velocidad media del flujo en la tubería (m/s).

g: Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ).

#### **2.5.4 Diseño hidráulico**

Se realizó un análisis de los componentes del sistema para ello se elaboraron memorias de cálculos y simulaciones del mismo, aplicando lo establecido normas técnicas de diseño de acueductos de INAA.

### **2.6 Red de distribución**

La red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o puestos públicos, con el fin de proporcionar agua a los usuarios para el consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como extinguir incendios.

#### **2.6.1 Funciones de la red de distribución**

- Suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma sanitariamente segura.
- Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.

#### **2.6.2 Cálculo de la red con la utilización del programa EPANET**

Después de realizar los cálculos necesarios para el sistema de agua se procedió a simular la red en el software EPANET, según los resultados se modificaron los

diámetros de tubería para no sobrepasar las presiones y velocidades requeridas según las normas de INAA.

## **2.7 Conexiones domiciliarias**

Son tomas de agua instala en cada vivienda, en el sector rural se aplican en pocas ocasiones ya que tiene que estar sujetas a ciertas condiciones, como suficiente disponibilidad de agua, bajos costos de operación (sistema por gravedad), capacidad de pago de la población, y cantidad de usuarios.

## **2.8 Accesorios**

Los accesorios son piezas especiales que se instalan en la tubería con fines de limpieza, separación y seguridad en la misma, estos se colocan como elementos de unión entre los componentes de una conducción de agua, se utilizan para efectuar intersecciones de conductos, variación de diámetros, cambios de dirección, conexión con válvulas, etc.

Este tipo de elementos debe inspeccionarse frecuentemente, para verificar si no tiene fugas, si trabajan correctamente y no se encuentran obstruidos por elementos extraños o deterioro.

## **2.9 Válvulas**

Son dispositivos que permiten el control de flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.

### **2.9.1 Válvula de aire**

Las líneas de conducción por gravedad tiene la tendencia a acumular aire en los puntos altos, cuando se tiene presiones altas el aire tiende a disolverse y continua en las tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería.

La acumulación de aire en los puntos altos provoca:

- Reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce una aumento en las perdidas y disminución en el gasto.

- Produce golpes repentinos en las tuberías, al fin de prevenir estos fenómenos debe utilizarse válvulas automáticas, que ubicada en los puntos altos permiten la expulsión del aire acumulado y la circulación del gastos deseado.

### **2.9.2 Válvula de limpieza**

En las líneas de conducción con topografía accidentada existe la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos por lo cual resulta inconveniente colocar dispositivos que permitan la limpieza de tramos de tuberías.

### **2.9.3 Válvula reguladora de presión**

Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varié el flujo o la presión. Ella produce en su interior una pérdida constante cualquiera que sea la presión de entrada.

### **2.9.4 Tee**

Las tee se utilizan para unir tres conductos, donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor. En el segundo caso se llama te de reducción.

### **2.9.5 Reducciones**

Las reducciones se emplean para unir dos tubos de diferentes diámetros.

### **2.9.6 Tratamiento del agua**

Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para así prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial. En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimientos que desinfectan el agua potable es el cloro debido a su potencia germicida, economía y eficiencia.

### **2.9.7 Cloración**

La cloración es el procedimiento de desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados. Se puede emplear gas cloro, pero normalmente se emplea hipoclorito de sodio por su mayor facilidad de almacenamiento y dosificación.

Para determinar la cantidad de cloro que se le agrega al agua se requiere la producción de la fuente y el grado de concentración de dosificación.

Para calcular de solución diluida se usó la siguiente ecuación:

$$A = \frac{B * Q}{C * 10} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

A: Cantidad de solución diluida agregada (l/Min)

B: Dotación de Cloro = 1.5 mg/Lts

Q: CMD para cada Año Lts/Min

C: Concentración de solución al 1% (INAA, Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua)

Conociendo la cantidad de solución diluida, se puede calcular el volumen de almacenamiento para un día, un mes o un año.

$$V_{dia} = A * \frac{1440}{dia} * \frac{1 \text{ lt}}{1000} \quad \text{Ecuación 11}$$

## **2.10 Sistema de saneamiento (Letrinas foso seco)**

Es una pequeña estructura, la cual se utiliza para hacer las necesidades fisiológicas de evacuación.

Esta es un tipo de letrina convencional, es utilizada comúnmente en Nicaragua, y está compuesta por el foso, un piso con asiento y su respectiva caseta. La propuesta de diseño de plano se basa en el sistema de saneamiento básico rural del tipo de letrina de foso seco en base a la especificaciones técnicas de las norma. (INAA, Normas técnicas para Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en el medio Rural y Saneamiento Básico Rural, (NTON 09002 - 99), 2001)

## **2.11 Estimación de costo del proyecto**

### **2.11.1 Costo y presupuesto del proyecto**

Para realizar el presupuesto del proyecto, es necesario determinar el tamaño de la obra, conocer los costos unitarios y así elaborar el costo total del proyecto.

# **CAPITULO III**

(DISEÑO METODOLÓGICO)

### **III- DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Estudio socioeconómico**

Se realizó un censo casa a casa en la comunidad con el propósito de obtener información sobre el lugar y sus habitantes.

Se visitó la alcaldía municipal de San Dionisio para obtener información necesaria acerca de la caracterización de la zona.

Se realizó un censo con el objetivo de conocer las características socioeconómicas de la comunidad y obtener información para el año base del diseño.

#### **3.2 Estudio topográfico**

Se realizó con GPS GARMIN 64, desde los puntos seleccionados para la fuente de agua, línea de conducción y red de distribución.

#### **3.3 Determinación de consumo de agua**

##### **3.3.1 Proyección de la población**

La proyección de la población se calculó por medio de la fórmula del método geométrico. Y la tasa de crecimiento que se adoptó es del 4% ya que al hacer el análisis entre el censo realizado por INIDE y el actual resultó la más conveniente.

##### **3.3.2 Dotación de agua**

De acuerdo con las norma de INAA para el diseño de abastecimiento de agua en el medio rural, con un nivel de servicio de conexiones domiciliarias, es 50-60 lppd.

Para obtener la demanda actual y futura se calculó:

- Consumo doméstico que es igual a dotación de agua por el número de habitantes.
- Consumo institucional o consumo público tomando en cuenta que existe dos escuelas y un centro de salud, este es igual al 7% del consumo doméstico.
- Consumo promedio diario (CPD) es el resultado de sumar el consumo doméstico y consumo institucional.
- Las pérdidas siempre se toman en cuenta, es igual al 20% del consumo promedio diario.

## Variaciones de consumo

- Consumo máxima hora (CMD) se estimó utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al CPD más las pérdidas.
- Consumo máximo hora (CMH) se estimó utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al CPD más las pérdidas

### **3.3.3 Almacenamiento**

Para calcular la capacidad de almacenamiento del tanque se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

Volumen compensador: 15% del consumo promedio diario (CPD).

Volumen de emergencia: 20% del consumo promedio diario (CPD).

Para un volumen total del 35% del consumo promedio diario (CPD).

## **3.4 Suficiencia y calidad del agua**

### **3.4.1 Aforos y análisis de calidad de agua**

Se realizó aforo en la fuente, también se tomaron muestras de agua para los análisis físico-químico y bacteriológicos.

### **3.5 Línea de conducción**

En el diseño la línea de conducción se consideró que todo el proyecto funcione por gravedad, al momento de hacer el análisis se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de almacenamiento.
- Capacidad para transportar el caudal máximo.
- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar diámetros accesibles para la economía del proyecto.
- Sobrepresión debido al golpe de ariete.

### **3.6 Red de distribución**

La red se diseñó con la condición de máximo hora al final del periodo de diseño.

### **3.6.1 Cálculo de la red con la utilización del programa EPANET**

Después de realizar los cálculos necesarios para el sistema de agua se procedió a simular la red en el software EPANET. Los datos que se introdujeron para efectuar el análisis son:

- En los nodos: Cota de elevación y demanda nodal.
- En los tramos: Diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad.

### **3.7 Alternativa de potabilización**

Para proponer una alternativa de potabilización al agua se consideró los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos que se realizaron a muestras de agua de la fuente. Dado que los resultados cumplen con los parámetros establecidos de las normas CAPRE, solo va hacer necesario la desinfección preventiva de cloro.

### **3.8 Sistema de saneamiento (Letrinas de foso seco)**

Para el diseño de las letrinas se tomó en cuenta las condiciones del terreno de cada vivienda. La propuesta que se presenta es de letrina de foso seco en base a la especificaciones técnicas de las norma. (INAA, Normas tecnicas para Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en el medio Rural y Saneamiento Básico Rural, (NTON 09002 - 99), 2001)

### **3.9 Estimación de costo del proyecto**

#### **3.9.1 Costo y presupuesto del proyecto**

Se estableció la cantidad de obras de cada una de las actividades a realizar en la ejecución del proyecto, se investigaron los precios de los materiales para cada uno de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable y se calculó el costo de todo el proyecto.



# **CAPITULO IV**

(ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS)

## **IV- ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 Estudio socio-económico**

Susulí Central está dividido en seis sectores y su población actual es de 1918 habitantes, distribuidos en 440 casa de. En la comunidad existen 2 escuelas de primaria y secundaria, 1 centro de salud público, 1 de bodega del proyecto de agua existente, 1 casa comunal. La comunidad es de fácil acceso ya que está ubicada a orillas de la carretera y los autobuses que van de Matagalpa a Esquipulas y viceversa, viajan con una Frecuencia de 45 minutos.

Del total de habitantes el 37% son mujeres, 36% son hombres y un 27% son niños.

Se encontró que 810 personas trabajan, de estas un 74% son hombres y el restante son mujeres. Su principal actividad laboral es la agricultura teniendo un 47%, seguido de la actividad a la que se le llamo otros con un 35%, un 9% para jornaleros, 8% negociante y un 1% son ganaderos.

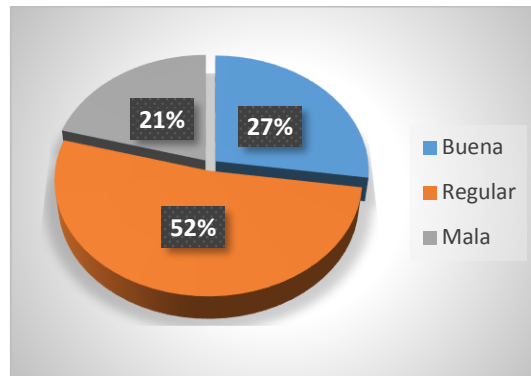
Según el censo realizado se encontró que un 36% de las familias de esta comunidad tienen un ingreso mensual de C\$3000 a C\$4000, un 23% de C\$1000 a C\$2000, un 21% de C\$2000 a C\$3000 y el restante que es de un 20% su ingreso es de C\$4000 córdobas a más.

En el censo también se tomó en cuenta el nivel de escolaridad, mostrando que un 56% de los habitantes llegaron hasta primaria, un 20% secundaria, un 18% son analfabetos, un 5% culminaron la universidad y un 1% cursaron un técnico.

#### **Vivienda**

Del total de vivienda un 93% son propias, un 5% es prestada y un 2% aquillada. En relación al estado de casa de las familias se obtuvo el siguiente resultado:

Ilustración 3. Estado de la vivienda



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se puede apreciar que la mayoría de las viviendas de la comunidad tienen una infraestructura regular. De estas las que poseen el servicio de energía, cable de tv y teléfono son:

Tabla 1. Servicio de energía eléctrica

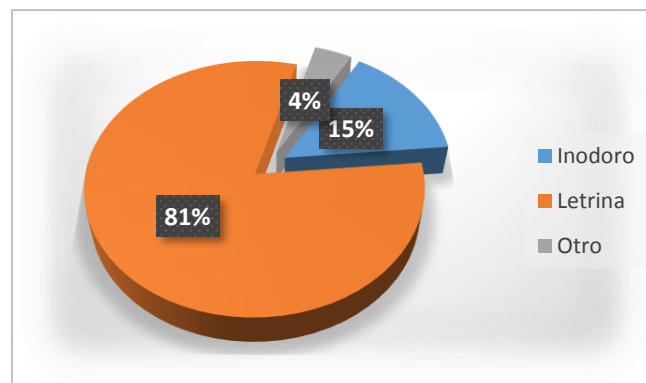
Posee energía eléctrica	Paga energía	Posee teléfono fijo	Paga Teléfono	Posee Cable de tv	Paga Cable de tv
429	351	3	3	81	78

Fuente: Elaboración propia

De esto deducimos que 11 casa no cuentan con el servicio de energía eléctrica.

De las 440 viviendas solamente un 15% poseen inodoro, y un 81% letrinas y 4% no tienen un servicio higiénico.

Ilustración 4. Servicio higiénico



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1 Sistema de abastecimiento de agua

En la comunidad de Susulí Central, existe un sistema de abastecimiento de agua potable que lamentablemente no beneficia a toda la población. Este sistema es por gravedad, el cual fue construido en el año 1985 con fondos de la ONG PLAN SAR primera etapa y ONG CARE segunda etapa. El diseño inicial fue para una población de 600 personas divididas en 140 viviendas. En segunda etapa de construcción se anexando 60 viviendas más. Al transcurrir los años se añadieron más casas al proyecto de agua, lo cual dio origen a que dejara de funcionar correctamente. En la actualidad se encontró que las viviendas conectadas al sistema existente son 360.

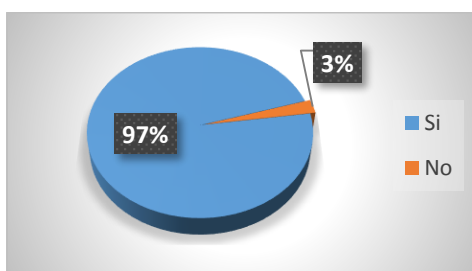
Otra problemática que se pudo apreciar durante la realización del censo y otras visitas que se realizaron, es que parte del sistema de agua potable está instalado en propiedad privada debido a que cuando se construyó dicho proyecto había pocas viviendas y muchos terrenos vacíos o deshabitados.

Como se ha mencionado anteriormente en la actualidad hay un total de 440 viviendas; pero solo 360 cuentan con el servicio del vital líquido, por consiguiente 80 familias están fuera del sistema de abastecimiento existente.

Aparte de esto, se pudo evidenciar que las familias que pertenecen al sector 4 y sector 5 solo cuentan con el servicio de 1 a 3 días por semanas y a altas hora de la noche. Esta situación es ocasionada porque son los lugares más alto de la comunidad y acompañado de la dificultad de poder darle mantenimiento a la tubería debido a que cruzan solares privados o casas ya construidas.

En el caso de las viviendas que no tienen acceso al agua por medio de una conexión domiciliar, un 97% le gustaría tener el servicio de agua.

Ilustración 5. Aceptación del servicio de agua

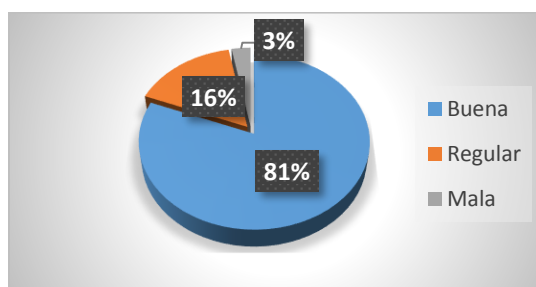


Fuente: Elaboración propia

Muchas de estas personas se abastecen de un río que existe en la zona. De aquí la importancia de anexarlos al nuevo proyecto que se propone.

Con respecto a la calidad del agua la comunidad tiene su propia apreciación un 81% percibe el agua como buena, un 16% como regular y 3% como mala.

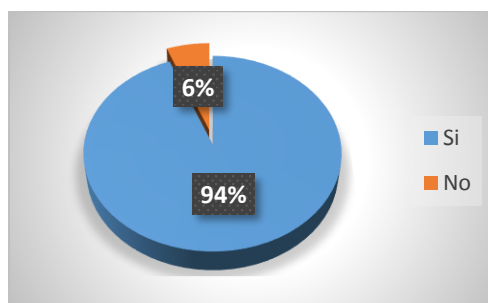
Ilustración 6. Calidad del agua



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la opinión de mejorar el sistema de agua el 94 % de las casas censadas dijeron que si aportarían, se le explico que esto incluiría agregar las viviendas que no tienen el servicio de agua.

Ilustración 7. Aportaría para mejorar el sistema de agua

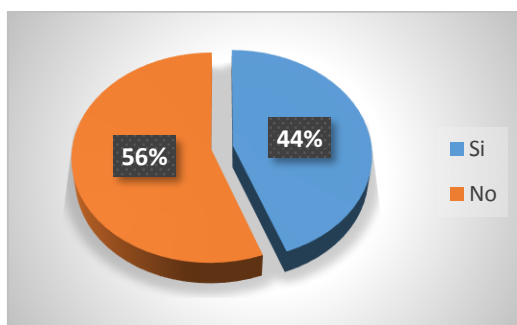


Fuente: Elaboración propia

Durante algunas visitas realizadas al lugar, se propuso una reunión con la comunidad para conocer su opinión sobre el trabajo que iba a realizar. Esta actividad fue productiva porque una de las problemáticas que mayormente expuso la gente es el desperdicio de agua, ya que muchos hogares que cuentan con el servicio 24 horas y los 7 días de la semana dejan el grifo de agua abierto o que este se deterioró y no buscan cambiarlo.

Una de las preguntas que abarcaba el censo para dar una posible solución a este desmesurado desperdicio de agua, era si aceptarían la instalación de un medidor de agua, pero solo un 44% contesto que sí.

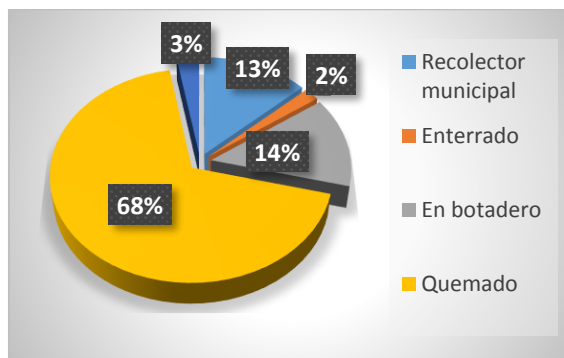
Ilustración 8. Aceptaría medidor



Fuente: Elaboración propia

Con respecto al tema de la basura, se encontró que un 68% de la población de la localidad quema la basura. Durante la realización del censo las personas manifestaban que el camión recolector municipal, solo abarca el sector 1 y parte del sector 2. Por esta razón más de la mitad de la población opta por quemar la basura, siendo la solución más práctica, pero no la única manera de eliminarla. Un 14% hicieron un botadero en los patios de sus viviendas, un 3% entierran sus desechos, y un 2 % que contesto la opción llamados otros. Estos últimos reutilizan la basura, nos explicaban que si es plástico o papel lo utilizan para encender el fuego y lo que es cáscara de frutas o verdura lo usan para abono de sus plantas.

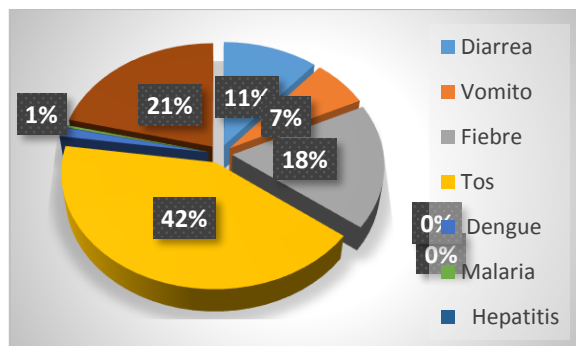
Ilustración 9. Eliminación de la basura



Fuente: Elaboración propia

Las enfermedades más endémicas del lugar es tos con 42 % y la opción llamada otros que en su mayoría es gripe con un 21%.

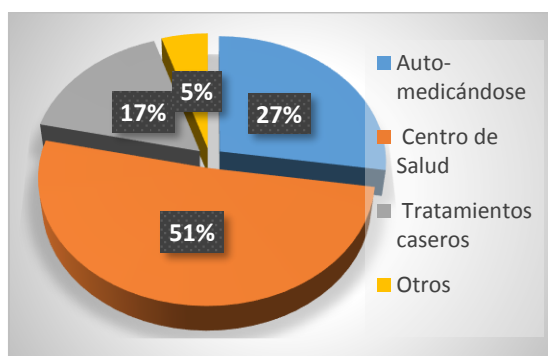
Ilustración 10. Enfermedades comunes



Fuente: Elaboración propia

Su forma de tratar estas enfermedades en su mayor parte es asistiendo a un centro de salud público que existe en la zona.

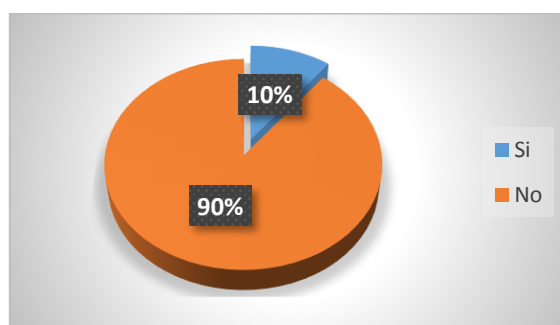
Ilustración 11. Tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Un 10% de los pobladores expresaron que se han enfermado al consumir el agua del proyecto existente, esto ocurre normalmente en el periodo de invierno. El agua les llega de color café. Esto pasa a consecuencia de que las cajas que protegen la fuente de captación no están bien selladas y cuando hay lluvias se filtra suciedad.

## Ilustración 12 Enfermedades por consumo de agua



Fuente: Elaboración propia

### 4.2 Proyección de la población

La comunidad de Susulí Central posee una población dispersa. El sector con más densidad población es el sector 2.

Como referencia se utilizó el censo realizado en el año 2008 por INIDE. Ver tabla

Tabla 2 Censos realizados en Susulí Central

Comunidad de Susulí central		
Año	Población	Censo
2008	1031	INIDE
2018	1918	Elaboración propia

### 4.3 Cálculo de la proyección de la población

La población de diseño se calculó aplicando la fórmula de población al final del periodo de diseño. Ver Tabla 3 Proyección y Consumo de la población de Susulí-Central

### 4.4 Dotación de agua

Para el análisis realizado la dotación que se utilizó es 60 lppd o 15.85 galones diarios por persona.

### 4.5 Caudales de diseño

Consumo Doméstico (CD)= Dotación\* Habitante

Consumo Público (CP)= CD\*7%

Consumo Promedio Diario (CPD)= Consumo Doméstico + Consumo Publico



Pérdidas por fugas= 20%CPD

#### 4.6 Variaciones de consumo

a)- Consumo máximo día (CMD)

$$\text{CMD} = 1.5 \cdot \text{CPD} + \text{Pérdidas}$$

$$\text{CMD} = 1.5 \cdot 3.12 \text{ lps} + 0.62 \text{ lps} = 5.31 \text{ lps}$$

b)- Consumo máximo hora (CMH)

$$\text{CMH} = 2.5 \cdot \text{CPD} + \text{Pérdidas}$$

$$\text{CMH} = 2.5 \cdot 3.12 \text{ lps} + 0.62 \text{ lps} = 8.43 \text{ lps}$$

#### 4.7 Periodo de diseño

El periodo de diseño del proyecto será de 20 años, este periodo será comprendido entre el año 2019 al 2039. Esto considerando la vida útil de los componentes del sistema de agua y el crecimiento poblacional.

Tabla 3 Proyección y Consumo de la población de Susulí-Central

Proyección de la Población		Dotación (lppd)	Consumo Promedio Diario (CPD)			Pérdidas Fugas (20%) lps	Consumo Máximo Día (CMD) lps	Consumo Máximo a Hora CMH lps	Almacenamiento 35%	
Año	Población		Consumo Doméstico (lps)	Consumo Público (cp=7 % CD) lps	Consumo Promedio Diario CPD (lps)				litros	M3
2019	1918	60	1.33	0.093	1.43	0.29	2.42	3.85	51716.95	51.72
2020	1995	60	1.39	0.097	1.48	0.30	2.52	4.00	53785.63	53.79
2021	2075	60	1.44	0.101	1.54	0.31	2.62	4.16	55937.06	55.94
2022	2157	60	1.50	0.105	1.60	0.32	2.73	4.33	58174.54	58.17
2023	2244	60	1.56	0.109	1.67	0.33	2.83	4.50	60501.52	60.50
2024	2334	60	1.62	0.113	1.73	0.35	2.95	4.68	62921.58	62.92
2025	2427	60	1.69	0.118	1.80	0.36	3.07	4.87	65438.44	65.44
2026	2524	60	1.75	0.123	1.88	0.38	3.19	5.06	68055.98	68.06
2027	2625	60	1.82	0.128	1.95	0.39	3.32	5.27	70778.22	70.78
2028	2730	60	1.90	0.133	2.03	0.41	3.45	5.48	73609.35	73.61
2029	2839	60	1.97	0.138	2.11	0.42	3.59	5.70	76553.72	76.55
2030	2953	60	2.05	0.144	2.19	0.44	3.73	5.92	79615.87	79.62
2031	3071	60	2.13	0.149	2.28	0.46	3.88	6.16	82800.51	82.80

2032	3194	60	2.22	0.155	2.37	0.47	4.03	6.41	86112.53	86.11
2033	3321	60	2.31	0.161	2.47	0.49	4.20	6.66	89557.03	89.56
2034	3454	60	2.40	0.168	2.57	0.51	4.36	6.93	93139.31	93.14
2035	3592	60	2.49	0.175	2.67	0.53	4.54	7.21	96864.88	96.86
2036	3736	60	2.59	0.182	2.78	0.56	4.72	7.50	100739.48	100.74
2037	3886	60	2.70	0.189	2.89	0.58	4.91	7.80	104769.06	104.77
2038	4041	60	2.81	0.196	3.00	0.60	5.10	8.11	108959.82	108.96
2039	4203	60	2.92	0.204	3.12	0.62	5.31	8.43	113318.21	113.32

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8 Obras de captación

Las obras de construcción consistirán en la captación será un muro ciclópeo de 2.4 metros de altura, paredes de ladrillo cuarterón y una losa de concreto reforzado con espesor de 10 centímetros, tendrá una tapa de concreto reforzado con haladera de hierro de diámetro de 3/8 pulgadas. Ver (ANEXOS IV. PLANOS)

#### 4.9 Almacenamiento

Volumen= 35%CPD

Volumen= (3.12 lps \* 86400)\*35%= 113318.21 lts

Volumen= 113318.21 lts /1000

Volumen= 113.32 m<sup>3</sup>

Altura= 2.68 metros

La tipología del tanque es de mampostería de ladrillo con repello y fino integral, de sección rectangular, consta de una tapa de inspección de 1 metro por 1 metro con tubería limpieza, de entrada de salida, caja de registro y reboce.

#### 4.10 Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua

Los datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos reflejaron datos satisfactorios que cumplen con los parámetros establecidos en la normas CAPRE, no requiere ningún tratamiento adicional más que la desinfección preventiva de cloro. (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

#### 4.11 Alternativa de potabilización

El análisis fisicoquímico y bacteriológico aplicada a las muestra de la fuente de la comunidad de Susulí, realizado por el laboratorio del Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente de la UNI (PIENSA),

indican que todos los resultados obtenidos se encuentran dentro de lo permisible según normas CAPRE. Dado estos resultados solo se aplicarán una dosis necesaria de cloro para la desinfección del agua por medio de un hipoclorador de goteo constante.

#### 4.11.1 Cálculo de cloración

Tabla 4 Cálculo de cloración

Año	CMD (LPS)	Solución Diluida Agregada (ML/min)	Volumen de Solución por día al 1%(Lts)	Volumen de solución al 1% Por mes (Lts)	Vol. Hipoclorito de sodio al 12% por mes (Lts)	Vol. Hipoclorito de sodio al 12% por año (Lts)
2019	2.42	21.81	31.40	941.99	78.50	941.99
2020	2.52	22.68	32.66	979.67	81.64	979.67
2021	2.62	23.58	33.96	1018.85	84.90	1018.85
2022	2.73	24.53	35.32	1059.61	88.30	1059.61
2023	2.83	25.51	36.73	1101.99	91.83	1101.99
2024	2.95	26.53	38.20	1146.07	95.51	1146.07
2025	3.07	27.59	39.73	1191.91	99.33	1191.91
2026	3.19	28.69	41.32	1239.59	103.30	1239.59
2027	3.32	29.84	42.97	1289.17	107.43	1289.17
2028	3.45	31.04	44.69	1340.74	111.73	1340.74
2029	3.59	32.28	46.48	1394.37	116.20	1394.37
2030	3.73	33.57	48.34	1450.15	120.85	1450.15
2031	3.88	34.91	50.27	1508.15	125.68	1508.15
2032	4.03	36.31	52.28	1568.48	130.71	1568.48
2033	4.20	37.76	54.37	1631.22	135.93	1631.22
2034	4.36	39.27	56.55	1696.47	141.37	1696.47
2035	4.54	40.84	58.81	1764.32	147.03	1764.32
2036	4.72	42.47	61.16	1834.90	152.91	1834.90
2037	4.91	44.17	63.61	1908.29	159.02	1908.29
2038	5.10	45.94	66.15	1984.63	165.39	1984.63
2039	5.31	47.78	68.80	2064.01	172.00	2064.01

Fuente: Elaboración propia

#### 4.12 Línea de conducción

La línea de conducción tiene una longitud de 1029 metros, se utilizara tubería PVC y HG con diámetro de 3 pulgada, se construirán 3 pilas rompe presión. Para efectos de mantenimiento se instala una válvula de limpieza al final de la conducción.

##### 4.12.1 Análisis hidráulico de la línea de conducción

Según las normas la línea de conducción debe analizarse con el consumo Máximo Día al final de periodo de diseño.

##### 4.12.2 Cálculo del golpe de ariete

La línea de conducción se diseñan para que funcione con un régimen de flujo permanente, sin embargo cuando se realizan operaciones de mantenimiento el flujo permanente sufre una transición. Un ejemplo de esto es la apertura o cierre de una válvula en la conducción. Todas estas acciones generan una variación muy importante en los parámetros hidráulicos de la velocidad y la presión en cada punto de la línea. Se calculó la sobre presión producida en la tubería SDR-32.5, SDR-26, SDR-17 en la línea de conducción.

Tabla 5 Golpe de ariete tubería pvc SDR 32.5

Tubería PVC SDR 32.5										
Pi	CMD M/s	CMD (M <sup>3</sup> /s)	Diámetro (M)	Diámetro (MM)	Espesor (mm)	K	a (m/s)	V (m/s)	g (m/s <sup>2</sup> )	ΔH (m)
3.1416	5.31	0.0053	0.0750	75	2.74	18	425.63	1.20	9.81	52.149

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Golpe de ariete tubería pvc SDR 26

Tubería PVC SDR26										
Pi	CMD M/s	CMD (M <sup>3</sup> /s)	Diámetro (M)	Diámetro (MM)	Espesor (mm)	K	a (m/s)	V (m/s)	g (m/s <sup>2</sup> )	ΔH (m)
3.1416	5.31	0.0053	0.075	75	3.43	18	470.96	1.20	9.81	57.702

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Golpe de ariete tubería pvc SDR 17

Tubería PVC SDR 17										
Pi	CMD M/s	CMD (M <sup>3</sup> /s)	Diámetro (M)	Diámetro (MM)	Espesor (mm)	K	a (m/s)	V (m/s)	g (m/s <sup>2</sup> )	ΔH (m)
3.1416	5.31	0.0053	0.075	75	5.23	18	565.55	1.20	9.81	69.292

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Análisis de la línea de conducción sin pila rompe presión

	Altura (m)	Tramo	Distancia (m)	Long. Inclinada (m)	CMD (lps)	CMD(M³)	Gradiente Hidráulica	Diámetro comercial m	Velocidades (m/s)	Perdidas (M)	Cota piezométrica (M)	Presión residual (m)	Carga estática (m)
B 14	850										850		
B 15	830	B14 - B15	46.50	50.62	5.31	0.0053	0.40	0.075	1.20	0.95	849.05	19.05	20
B 17	822	B15 - B17	144.65	144.87	5.31	0.0053	0.06	0.075	1.20	5.73	843.33	21.33	28
B 18	808	B17 - B18	84.50	85.65	5.31	0.0053	0.16	0.075	1.20	3.39	839.94	31.94	42
B 20	790	B18 - B20	133.99	135.19	5.31	0.0053	0.13	0.075	1.20	2.52	837.42	47.42	60
B 21	758	B20 - B21	97.72	102.83	5.31	0.0053	0.31	0.075	1.20	1.92	835.50	77.50	92
B 22	736	B21 - B22	47.66	52.49	5.31	0.0053	0.42	0.075	1.20	0.98	834.52	98.52	114
B 23	719	B22 - B23	95.09	96.60	5.31	0.0053	0.18	0.075	1.20	1.80	832.72	113.72	131
B 24	704	B23 - B24	27.75	31.54	5.31	0.0053	0.48	0.075	1.20	0.59	832.13	128.13	146
B 25	691	B24 - B25	102.11	102.93	5.31	0.0053	0.13	0.075	1.20	1.92	830.21	139.21	159
B 27	678	B25- B27	125.02	125.69	5.31	0.0053	0.10	0.075	1.20	2.35	827.86	149.86	172
DEPOSITO	650	B27 - DEPOSITO	124.00	127.12	5.31	0.0053	0.22	0.075	1.20	2.37	825.49	175.49	200

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Análisis de la línea de conducción con pilas rompe presión

	Altura (m)	Tramo	Distancia (m)	Long. Inclínada (m)	CMD (lps)	CMD(M³)	Gradiente Hidráulica	Diámetro comercial m	Velocidades (m/s)	Perdidas (M)	Cota piezométrica (M)	Presión residual (m)	Carga estática (m)
B 14	850										850		
B 15	830	B14 - B15	46.5	50.62	5.31	0.0053	0.40	0.075	1.20	0.95	849.05	19.05	20
B 17	822	B15 - B17	144.65	144.87	5.31	0.0053	0.06	0.075	1.20	5.73	843.33	21.33	28
B 18	808	B17 - B18	84.5	85.65	5.31	0.0053	0.16	0.075	1.20	3.39	839.94	31.94	42
B 20	790	B18 - B20	133.99	135.19	5.31	0.0053	0.13	0.075	1.20	2.52	837.42	47.42	60
Pila rompe presión 1													
B 20	790										790		
B 21	758	B20 - B21	97.72	102.83	5.31	0.0053	0.31	0.075	1.20	1.92	788.08	30.08	32
B 22	736	B21 - B22	47.66	52.49	5.31	0.0053	0.42	0.075	1.20	0.98	787.10	51.10	54
Pila rompe presión 2													
B 22	736										736.000		
B 23	719	B22 - B23	95.09	96.60	5.31	0.0053	0.18	0.075	1.20	1.80	734.20	15.20	17
B 24	704	B23 - B24	27.75	31.54	5.31	0.0053	0.48	0.075	1.20	0.59	733.61	29.61	32
B 25	691	B24 - B25	102.107	102.93	5.31	0.0053	0.13	0.075	1.20	1.92	731.69	40.69	45
B 27	678	B25- B27	125.02	125.69	5.31	0.0053	0.10	0.075	1.20	2.35	729.34	51.34	58
Pila rompe presión 3													
B 27	678										678.000		
DEPOSITO	650	B27 - DEPOSITO	124	127.12	5.31	0.0053	0.22	0.075	1.20	2.37	675.63	25.63	28

Fuente: Elaboración propia

#### **4.13 Diseño de la red de distribución en EPANET**

La red de distribución estará conformada por tubería PVC SDR 26, tiene una longitud de 7906.14 metros, se instalara una válvula reductora de presión al inicio de la red de distribución.

Se introdujeron diámetros que van desde 1 1/4 pulgadas a 4 pulgadas.

El análisis hidráulico de la red se realizó basado en los criterios establecidos por las Normas de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y se simulo virtualmente con el software de análisis y modelación EPANET, bajo la condición consumo máximo hora.

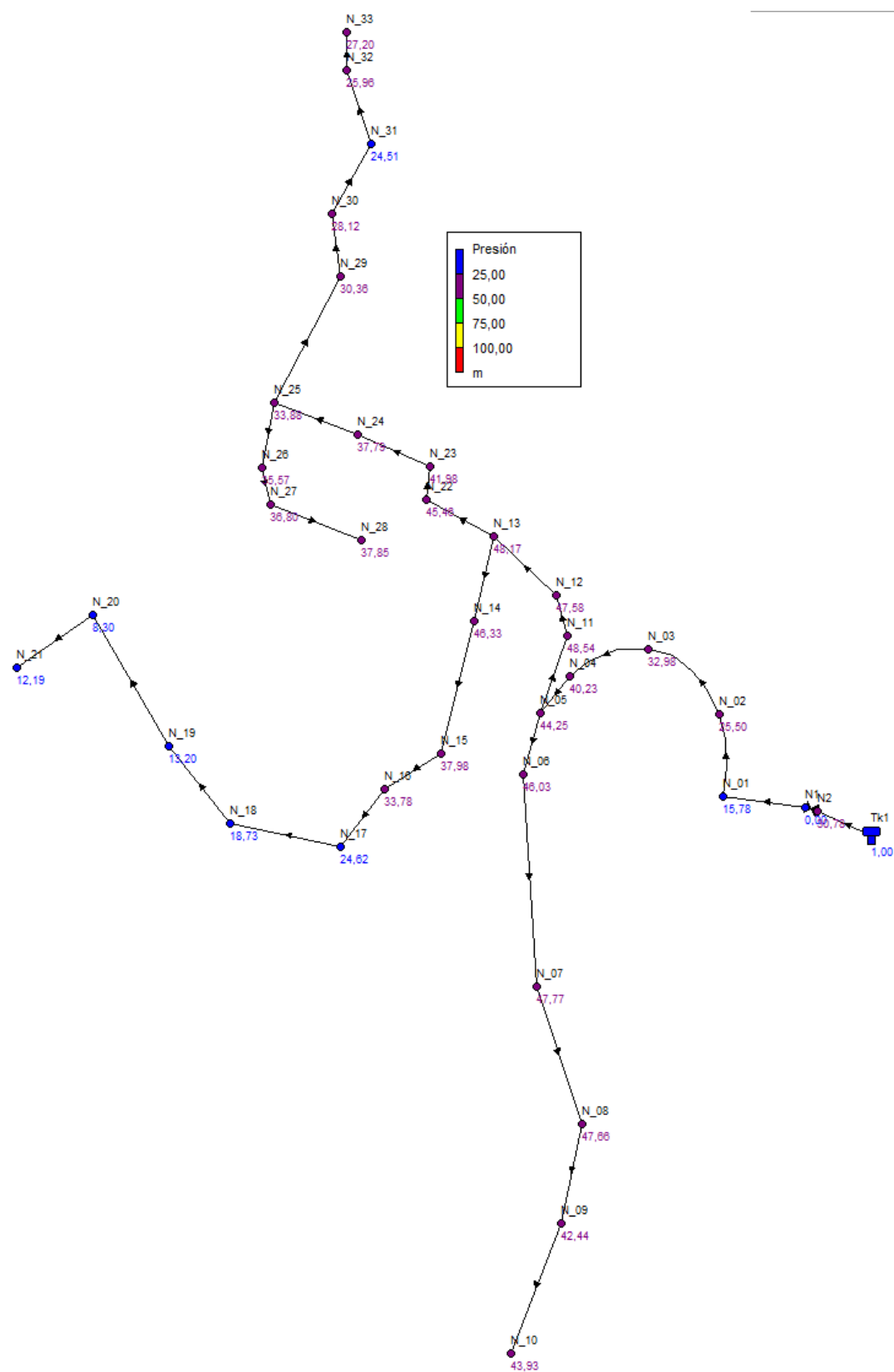
La presión mínima es de 8.30 m en el nodo 20 y la presión máxima es de 48.54 m en el nodo 11.

Las presiones que se presentan en el sistema están dentro de lo recomendado en el manual de abastecimiento de agua de INAA. Ver (Ilustración 13 Presiones en la red de distribución).

La velocidad mínima es de 0.41 estas se ubican en la tubería 15 y tubería 16, la velocidad máxima es de 1.07 esta se ubica en la tubería 2.

Las velocidades que se presentan en el sistema están dentro de lo recomendado en el manual de abastecimiento de agua de INAA. Ver (Ilustración 16 Velocidades en las tuberías para el consumo máximo hora).

Ilustración 13 Presiones en la red de distribución



Fuente: Epanet

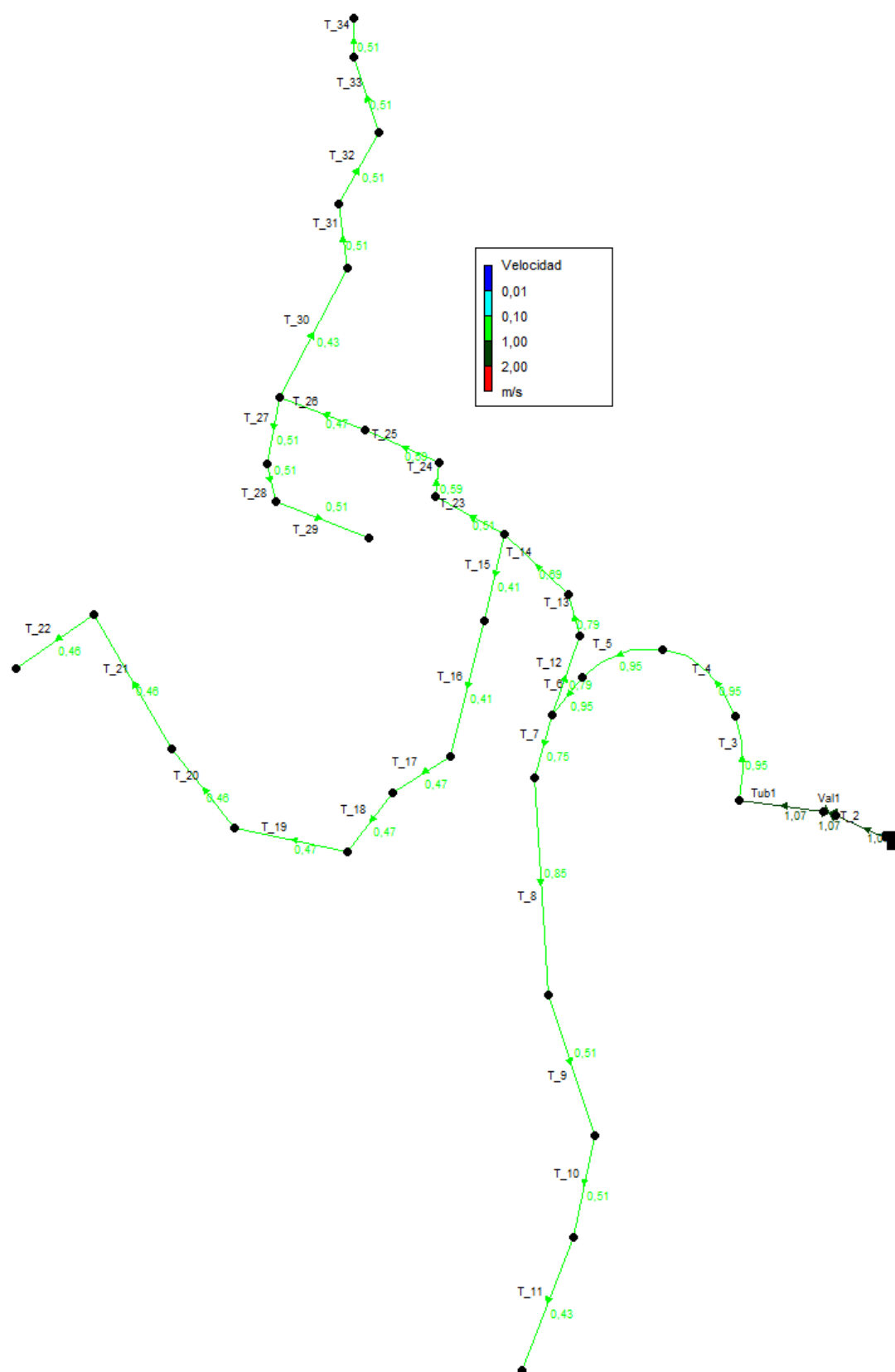


Ilustración 14 Presiones en los nodos para el consumo máximo hora

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión N_10	549	0.326	43,93
Conexión N_09	554	0.671	42,44
Conexión N_08	552	0	47,66
Conexión N_07	554	1.571	47,77
Conexión N_06	562	0.766	46,03
Conexión N_05	565	0.671	44,25
Conexión N_21	579	0.345	12,19
Conexión N_20	585	0	8,30
Conexión N_19	582	0	13,20
Conexión N_18	579	0.192	18,73
Conexión N_17	575	0	24,62
Conexión N_16	568	0	33,78
Conexión N_15	565	0.268	37,98
Conexión N_14	558	0	46,33
Conexión N_13	557	0	48,17
Conexión N_11	559	0	48,54
Conexión N_12	559	0.422	47,58
Conexión N_22	559	0.479	45,46
Conexión N_23	562	0	41,98
Conexión N_24	565	0.364	37,79
Conexión N_25	568	0	33,88
Conexión N_29	570	0.268	30,36
Conexión N_30	571	0	28,12
Conexión N_31	573	0	24,51
Conexión N_32	570	0	25,96
Conexión N_33	568	0.575	27,20
Conexión N_26	565	0	35,57
Conexión N_27	563	0	36,80
Conexión N_28	560	0.575	37,85
Conexión N_01	600	0.939	15,78
Conexión N_02	589	0	25,50
Conexión N_03	579	0	32,98
Conexión N_04	570	0	40,23
Conexión N1	618	0	0,00
Conexión N2	618	0	30,78
Depósito Tk1	650	No Disponible	1,00

Fuente: Epanet

Ilustración 15 Velocidades en la red de distribución



Fuente: Epanet

Ilustración 16 Velocidades en las tuberías para el consumo máximo hora

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T_24	79.15	62	150	1,78	0,59	6,15
Tubería T_31	150.82	38	150	0,57	0,51	8,22
Tubería T_34	91.55	38	150	0,57	0,51	8,22
Tubería T_6	114.80	100	150	7,49	0,95	8,57
Tubería T_27	160.30	38	150	0,57	0,51	8,22
Tubería T_3	149.60	100	150	7,49	0,95	8,57
Tubería T_4	294.90	100	150	7,49	0,95	8,57
Tubería T_5	203.94	100	150	7,49	0,95	8,57
Tubería T_8	518.12	62	150	2,57	0,85	12,10
Tubería T_9	351.85	50	150	1,00	0,51	5,98
Tubería T_11	452.78	31	150	0,33	0,43	7,74
Tubería T_10	539.35	50	150	1,00	0,51	5,98
Tubería T_22	244.71	31	150	0,34	0,46	8,60
Tubería T_25	193.66	62	150	1,78	0,59	6,15
Tubería T_26	224	62	150	1,42	0,47	4,03
Tubería T_28	93.57	38	150	0,57	0,51	8,22
Tubería T_29	236.77	38	150	0,57	0,51	8,22
Tubería T_30	348.34	50	150	0,84	0,43	4,38
Tubería T_32	195.75	38	150	0,57	0,51	8,22
Tubería T_33	189.07	38	150	0,57	0,51	8,22
Tubería T_12	201.49	75	150	3,49	0,79	8,44
Tubería T_13	114.85	75	150	3,49	0,79	8,44
Tubería T_14	210.76	75	150	3,07	0,69	6,65
Tubería T_7	155.94	75	150	3,33	0,75	7,76
Tubería T_2	208	100	150	8,43	1,07	10,66
Tubería T_15	209.28	50	150	0,81	0,41	4,02
Tubería T_16	336.97	50	150	0,81	0,41	4,03
Tubería T_23	187.71	75	150	2,26	0,51	3,78
Tubería T_17	165.33	38	150	0,54	0,47	7,24
Tubería T_18	298.08	38	150	0,54	0,47	7,24
Tubería T_19	261.78	38	150	0,54	0,47	7,24
Tubería T_20	294.14	31	150	0,34	0,46	8,60
Tubería T_21	220.78	31	150	0,34	0,46	8,60
Tubería Tub1	208	100	150	8,43	1,07	10,66
Válvula Val1	No Disponible	100	No Disponible	8,43	1,07	30,78

Fuente: Epanet

#### **4.14 Diseño del sistema de saneamiento de letrinas de foso seco**

Con el objetivo de conservar la higiene del medio ambiente y de los habitantes de Susulí Central, y en vista que en su gran mayoría de los que poseen letrinas están en mal estado y algunos que carecen de una, se optó por presentar el diseño de una letrina de foso seco, tomando en cuenta las medidas de las normas de saneamiento básico rural, y este tipo de letrina se adapta a las condiciones del lugar. Ver (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

#### **4.15 Presupuesto**

Se estableció la cantidad de obras de cada una de las actividades a realizar en la ejecución del proyecto, se obtuvieron los precios los materiales a utilizarse y se calculó el costo total de todo el proyecto. Ver Tabla 10 Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable

# **CAPITULO V**

## **(CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES)**

## **V- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Los objetivos planteados en este estudio han sido alcanzados, teniendo los siguientes indicadores:

- El estudio socioeconómico brinda los datos necesarios para conocer el total de habitantes que existen en Susulí Central y así mismo las condiciones en las que se encuentran. La población actual es de 1918 habitante y al final del periodo de diseño la población se estimó de 4203 personas.
- Los estudios físico-químico y bacteriológico realizados a la fuente en estudio cumplen con los estándares de las normas CAPRE.
- Con los datos topográficos se ha diseñado un sistema adecuado para la comunidad de Susulí Central, el sistema de abastecimiento recomendado solo funcionara con la fuerza de gravedad.
- La calidad del agua de la fuente cumple con los parametros de las normas CAPRE, por lo cual se utilizara hipoclorito de sodio para su desinfección total y así sea apta para el consumo humano.
- Los elementos que componen el sistema de agua son la fuente, la línea de conducción, el tanque de almacenamiento y la red de distribución, estas se diseñaron de acuerdo a la información obtenida en el estudio socioeconómico, levantamiento topográfico y criterios hidráulicos.
- Con la construcción de letrinas sanitaria se erradicara enfermedades transmisibles a través de contacto con las heces fecales y se evitara la contaminación de los diferentes componentes ambientales, principalmente del suelo, el aire y el agua.
- El costo total del proyecto para la comunidad de Susulí-Central se estimó de tres millones doscientos sesenta y siete mil ochocientos cuarenta y seis córdobas con treinta y tres centavos C\$ 3,267, 846.33 córdobas equivalentes a noventa y siete mil quinientos cuarenta y siete dólares con sesenta y cinco centavos dólar, \$97, 547.65 dólares americanos, con una tasa de cambio oficial

de C\$33.50 córdobas por dólar, a la fecha de enero 2020 y la construcción 126 letrinas se estimó en un monto de un millón novecientos doce mil trescientos setenta y ocho córdobas con veintisiete centavos C\$1,912,378.27 córdobas.

## **5.2 Recomendaciones**

- 1- Al ser sistema abastecimiento de agua potable que beneficiara a la población de la localidad, se recomienda a todos los usuarios participar de las actividades de ejecución del proyecto.
- 2- El CAPS de la comunidad deberá promover actividades de conservación forestal de la fuente, para preservar su caudal.
- 3- Capacitar a la población con educación sanitaria para la correcta disposición de las aguas residuales.
- 4- Fomentar a las familias la creación de jardines en sus casas.
- 5- Con respecto al uso inadecuado del servicio de agua, se recomienda al CAPS la posibilidad de instalar en cada vivienda un medidor de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAPRE. (1994). *Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano*. San Jose Costa Rica.
- Dionisio, A. S. (s.f.). *Alcaldia San Dionisio*. Obtenido de Alcaldia San Dionisio:  
[http://www.alcaldiasandionisio.gob.ni/index.php?option=com\\_content&view=article&id=64:datos-generales-del-municipio&catid=32:municipio&Itemid=47](http://www.alcaldiasandionisio.gob.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=64:datos-generales-del-municipio&catid=32:municipio&Itemid=47)
- ESPANICA. (2018). *ESPANICA*. Obtenido de ESPANICA: <https://espanica.org/nicaragua/zonas-geograficas/>
- FISE. (s.f.). *Operación y mantenimiento de mini acueducto por gravedad (MAG)*. Managua Nicaragua.
- INAA. (2001). *Normas tecnicas para Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en el medio Rural y Saneamiento Básico Rural, (NTON 09002 - 99)*. Managua.
- INAA. (2017). *Sistemas de abastecimiento de agua en Nicaragua*. Managua.
- INAA. (s.f.). *Normas tecnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua*. MANAGUA.
- INETER. (2019). *INETER*. Obtenido de INETER:  
<https://www.ineter.gob.ni/mapa/pub/departamentos/matagalpa.html>
- Ingenieros, C. (agosto de 2012). *www.bcie.org*. Obtenido de *www.bcie.org*:  
<https://www.bcie.org/fileadmin/bcie/projects/NICARAGUA%20EIA%20DIONISIO%20EQUIPULA.pdf>
- MAP, G. (08 de ABRIL de 2019). *GOOGLE MAP*. Obtenido de GOGLE MAP:  
<https://www.google.com.ni/maps/@12.8174494,-85.8548286,1415m/data=!3m1!1e3?hl=es-419>
- Mott, R. (2006). *Mecanica de Fluidos*. Mexico: PEARSON EDUCACION.
- PNUD, P. d. (2020). *Objetivos de desarrollo sostenible numero 6*. Obtenido de Objetivos de desarrollo sostenible numero 6:  
<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>
- weatherspark. (s.f.). *https://es.weatherspark.com*. Obtenido de El clima promedio en San Dionisio: <https://es.weatherspark.com/y/14936/Clima-promedio-en-San-Dionisio-Nicaragua-durante-todo-el-a%C3%B1o>



# **ANEXOS**

## **ANEXO I. PRESUPUESTO**

Tabla 10 Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable

ETAP A	SUB - ETAP A	DESCRIPCIÓN	U/ M	CANTID AD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
010		<b>PRELIMINARES</b>	M2			<b>C\$2,235.00</b>
	01	LIMPIEZA INICIAL	M2	72.12	C\$10.40	C\$750.00
	02	TRAZO Y NIVELACIÓN	M2	72.12	C\$20.59	C\$1,485.00
020		<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN AL TANQUE</b>				<b>C\$396,942.82</b>
	01	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	M	1064.84	C\$16.00	C\$17,037.44
	02	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M3	1064.84	C\$34.18	C\$36,400.00
	03	BOTAR MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	M3	1022.25	C\$23.09	C\$23,600.00
	04	CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS PARA CRUCES	C/U	12.00	C\$783.08	C\$9,396.94
	05	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	1064.84	C\$60.14	C\$64,037.44
	06	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U	10.00	C\$2,000.00	C\$20,000.00
	07	TUBERIA PVC 3" SDR-26	M	145.00	C\$90.17	C\$13,075.00
	08	TUBERIA PVC 3" SDR-17	M	533.00	C\$129.79	C\$69,176.00
	09	TUBERIA PVC 3" SDR-32.5	M	124.00	C\$87.74	C\$10,880.00
	10	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	11.00	C\$253.64	C\$2,790.00
	11	TUBERIA HG 3" PARA CRUCES AEREOS	M	227.00	C\$575.11	C\$130,550.00
030		<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>				<b>C\$1,247,140.10</b>
	01	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	M	7928.00	C\$16.00	C\$126,848.00
	02	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M3	7610.88	C\$27.59	C\$210,000.00
	03	BOTAR MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	M3	7610.88	C\$9.24	C\$70,300.00
	04	TUBERIA DE PVC Diám= 2" (SDR-26) POTABLE AMANCO	M	1785.79	C\$53.84	C\$96,139.50
	05	TUBERIA DE PVC Diám= 2 1/2" (SDR-26) POTABLE AMANCO	M	1014.93	C\$70.22	C\$71,270.45
	06	TUBERIA DE PVC Diám= 1 1/2" (SDR-26) POTABLE AMANCO	M	1843.02	C\$46.10	C\$84,963.06
	07	TUBERIA DE PVC Diám= 1 1/4" (SDR-26) POTABLE AMANCO	M	1212.41	C\$41.98	C\$50,901.26
	08	TUBERIA DE PVC Diám= 3" (SDR-26) POTABLE AMANCO	M	870.75	C\$117.43	C\$102,252.50

	09	TUBERIA DE PVC Diám= 4" (SDR-26) POTABLE AMANCO)	M	1179.24	C\$144.39	C\$170,268.31
	10	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U	20.00	C\$2,000.00	C\$40,000.00
	11	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	47.00	C\$197.92	C\$9,302.08
	12	CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS PARA CRUCES	C/U	5.00	C\$1,749.39	C\$8,746.94
	13	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	8245.12	C\$25.00	C\$206,148.00
040		<b>SISTEMA DE BY PASS</b>				<b>C\$13,306.92</b>
	01	TUBERIA DE ENTRADA (INC. VALVULAS Y ACCESORIOS)	GBL	1.00	C\$6,202.72	C\$6,202.72
	02	TUBERIA DE SALIDA (INC. VALVULAS Y ACCESORIOS)	GBL	1.00	C\$7,104.20	C\$7,104.20
050		<b>CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				<b>C\$221,117.46</b>
	01	EXCAVACIÓN	M3	38.40	C\$28.65	C\$1,100.00
	02	BOTAR MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	M3	49.92	C\$140.22	C\$7,000.00
	03	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	49.92	C\$1,023.23	C\$51,079.60
	04	CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS	C/U	8.00	C\$1,114.66	C\$8,917.31
	05	CONSTRUCCIÓN DE VIGAS	C/U	8.00	C\$1,269.71	C\$10,157.70
	06	CONSTRUCCIÓN DE LOSAS	M2	64.00	C\$1,749.46	C\$111,965.14
	07	CERRAMIENTO	M2	27.88	C\$525.85	C\$14,660.56
	08	CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DE REGISTRO	C/U	1.00	C\$5,744.15	C\$5,744.15
	09	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS	M	16.00	C\$655.81	C\$10,493.00
060		<b>CLORADOR</b>				<b>C\$6,000.00</b>
	01	HIPOCLORADOR DE GOTEJO CONTINUO SOBRE TANQUE	GBL	1.00	C\$6,000.00	C\$6,000.00
070		<b>CONSTRUCCIÓN DE PILAS ROMPE PRESIÓN</b>		<b>3</b>		<b>C\$47,522.99</b>
	01	CONSTRUCCIÓN DE CAJAS	C/U	1.00	C\$10,705.50	C\$10,705.50
	02	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS	M	2.80	C\$1,834.11	C\$5,135.50
080		<b>CAPTACIÓN I</b>		<b>2</b>		<b>C\$167,498.27</b>
	01	CONSTRUCCIÓN DE MURO PARA DIQUE	M2	23.52	C\$2,275.59	C\$53,521.83
	02	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE ACOPIO	M2	1.76	C\$11,257.15	C\$19,756.30
	03	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS	M	3.50	C\$2,991.71	C\$10,471.00
090		<b>CAPTACIÓN II</b>		<b>5</b>		<b>C\$326,966.87</b>
	01	CONSTRUCCIÓN DE MURO PARA DIQUE	M2	15.00	C\$2,759.94	C\$41,399.16

	02	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE ACOPIO	M2	1.89	C\$7,784.20	C\$14,673.22
	03	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS	M	3.30	C\$2,824.55	C\$9,321.00
100		<b>LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL</b>	M2			<b>C\$10,000.00</b>
	01	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	M2	2000	C\$5.00	C\$10,000.00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>						<b>C\$2,438,730.42</b>
COSTOS INDIRECTOS (5%)						<b>C\$121,936.52</b>
COSTOS ADMINISTRATIVOS (3%)						<b>C\$76,820.01</b>
UTILIDAD (5%)						<b>C\$131,874.35</b>
<b>SUB - TOTAL</b>						<b>C\$2,769,361.29</b>
IVA (15%)						<b>C\$415,404.19</b>
IR (2%)						<b>C\$55,387.23</b>
IM (1%)						<b>C\$27,693.61</b>
<b>TOTAL</b>						<b>C\$3,267,846.33</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Presupuesto de construcción de letrinas sanitarias

ETAP A	SUB - ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
010		<b>PRELIMINARES</b>				<b>C\$194.00</b>
	01	LIMPIEZA INICIAL	M2	1.04	C\$42.24	C\$44.00
	02	TRAZO Y NIVELACIÓN	M2	1.04	C\$144.01	C\$150.00
020		<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				<b>C\$264.00</b>
	01	EXCAVACION MANUAL PARA FOSA	M	2.08	C\$105.61	C\$220.00
	02	BOTAR MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	M3	2.71	C\$16.25	C\$44.00
030		<b>LOSA INFERIOR</b>				<b>C\$298.33</b>
	01	LOSA INFERIOR	M2	1.04	C\$286.42	C\$298.33
040		<b>MAMPOSTERIA DE BLOQUE PARA FOSA</b>				<b>C\$3,935.89</b>
	03	MAMPOSTERIA DE BLOQUE PARA FOSA	M2	8.20	C\$479.99	C\$3,935.89
050		<b>LOSA SUPERIOR</b>				<b>C\$940.30</b>
	05	LOSA SUPERIOR	M2	1.04	C\$902.75	C\$940.30
070		<b>GRADAS</b>				<b>C\$1,669.23</b>
	09	BORDILLO DE BLOQUE PARA GRADAS INC. REPELLO Y FINO EN HUELLAS	M2	2.00	C\$834.62	C\$1,669.23
080		<b>ESTRUCTURA PRINCIPAL DE MADERA</b>				<b>C\$540.00</b>

	11	ESTRUCTURA PRINCIPAL METALICA	M	6.80	C\$79.41	C\$540.00
090		<b>ESTRUCTURA DE MADERA PARA TECHO</b>				<b>C\$320.00</b>
	13	ESTRUCTURA DE TECHO	M	5.50	C\$58.18	C\$320.00
100		<b>CUBIERTA DE TECHO</b>				<b>C\$567.50</b>
		CUBIERTA DE TECHO DE ZINC CAL 26	M2	2.12	C\$267.49	C\$567.50
110		<b>ESTRUCTURA DE MADERA PARA PUERTA</b>				<b>C\$490.00</b>
	15	ESTRUCTURA METALICA DE PUERTA	M	1.00	C\$490.00	C\$490.00
120		<b>CERRAMIENTO</b>				<b>C\$1,194.50</b>
	01	CERRAMIENTO CON ZINC LISO CAL 26	M2	7.03	C\$169.94	C\$1,194.50
130		<b>FILTRO</b>				<b>C\$319.00</b>
	03	POZO PARA FILTRO DE ORINA	M3	1.00	C\$319.00	C\$319.00
140		<b>TAZA DE CONCRETO</b>				<b>C\$550.00</b>
	05	TAZA DE CONCRETO	C/U	1.00	C\$550.00	C\$550.00
150		<b>LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL</b>				<b>C\$44.00</b>
	05	LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	M2	1.04	C\$42.24	C\$44.00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>						<b>C\$11,326.75</b>
COSTOS INDIRECTOS (5%)						<b>C\$566.34</b>
COSTOS ADMINISTRATIVOS (3%)						<b>C\$356.79</b>
UTILIDAD (5%)						<b>C\$612.49</b>
<b>SUB - TOTAL</b>						<b>C\$12,862.38</b>
IVA (15%)						<b>C\$1,929.36</b>
IR (2%)						<b>C\$257.25</b>
IM (1%)						<b>C\$128.62</b>
<b>TOTAL</b>						<b>C\$15,177.61</b>
						<b>C\$</b>
<b>TOTAL 126 LETRIAS</b>						<b>1912378.27</b>

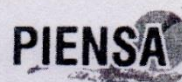
Fuente: Elaboración propia

## **ANEXOS II. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**





Universidad Nacional de Ingeniería  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

FQAN1904-0049

CLIENTE		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Odesar Swissaid Agua NC2		Matagalpa, de la Iglesia Molagüina 1 1/2 c al sur		2772-3629	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Erwin Salgado Barbas		Técnico en Agua y Saneamiento en el área de infraestructura		serwinjos@yahoo.com	
CELULAR				8444-0759	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO		INICIO DE ANALISIS		FINAL DE ANALISIS	
02/04/2019		02/04/2019		22/04/2019	
FECHA Y HORA DE MUESTREO		02/04/2019, 05:58 am			
Muestreado por		Erwin Salgado Barbas			
Supervisor de Muestreo en Campo		Erwin Salgado Barbas			
Fuente		Quebrada Kawasquilla			
Tipo de muestra		Agua Superficial			
Observaciones de Ubicación		El Jicaro-San Dionisio-Matagalpa			
Coordenadas		NR			
Codificación PIENSA		LA1904-0329			
METODO SM // EPA		ENSAYO REALIZADO PARAMETRO		UNIDAD	
Visual		Aspecto		NE	
4500-B		Potencial de Hidrógeno		pH	
2510-B		Conductividad Eléctrica		µS/cm	
2130-B		Turbiedad		UNT	
2120-C		Color Verdadero		mg/L (Pt-Co)	
2320-B		Alcalinidad		mg/L CaCO <sub>3</sub>	
2320-B		Carbonatos		mg/L CaCO <sub>3</sub>	
2320-B		Bicarbonatos		mg/L CaCO <sub>3</sub>	
4500-B		Nitratos		mg/L	
4500-B		Nitritos		mg/L	
4500-D		Cloruros		mg/L	
3500-B		Hierro Total		mg/L	
4500-D		Sulfatos		mg/L	
2340-C		Dureza total		mg/L CaCO <sub>3</sub>	
2340-C		Dureza Calcio		mg/L CaCO <sub>3</sub>	
3500-B		Calcio		mg/L	
3500-B		Magnesio		mg/L	
3500-B		Manganeso		mg/L	
3500-X		Sodio		mg/L	
3500-C		Potasio		mg/L	
4500-C		Fluor		mg/L	
VALOR DE CONCENTRACION		PUNTO DE MUESTREO 1		Claro poco amarillo, MS	
6.5 - 8.5**		400**		5	
15		NE		NE	
50		NE		NE	
0.1		250		0.3	
250		100**		NE	
50		0.5		200	
10		0.7			

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta  
Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23-ED 2017, MS= Materia en Suspensión  
EPA = Environmental Protection Agency, \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano, Norma Regional CAPRE, \*\* Valor recomendado

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente.

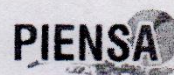
Ing. María Lidia Gómez  
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0000543

Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)  
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)





LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

MB-1904-060

CLIENTE		DIRECCION		TELEFONO	
Odesar Swissaid Agua NC2		Matagalpa, de la Iglesia Mologuina 1 1/2c. al sur		2772 3529	
ATENCION		CARGO		EMAIL	
Erwin Salgado Barbas		Técnico en Agua y Saneamiento en el área de infraestructura		serwinjos@yahoo.co	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA	
INGRESO		INICIO DE ANALISIS		FINAL DE ANALISIS	
02/04/2019		02/04/2019		05/04/2019	
Fecha y Hora de Muestreo		02/04/2019, 05:58 am		NUMERO DE MUESTRAS	
Muestreado por		Erwin Salgado Barbas		Dos (02)	
Supervisor de Muestreo en Campo		Erwin Salgado Barbas		Rango o valor máximo permisible o recomendado	
Fuente		Quebrada Kawasquilla			
Tipo de muestra		Agua Superficial			
Observaciones de Ubicación		El Jicaró - San Dionisio - Matagalpa			
Coordenadas		NR			
Codificación PIENSA		LA-1904-0329			
METODO		ENSAYO REALIZADO		VALOR DE CONCENTRACION	
SM // EPA		PARAMETRO		PUNTO DE MUESTREO 1	
9221-B		Coliforme Total		5.4*10 <sup>2</sup>	
9221-E		Coliforme Fecal		3.5*10 <sup>2</sup>	
9221-F		E. coli		3.5*10 <sup>2</sup>	
		UNIDAD		Norma CAPRE*	
		NMP/100mL		Negativo	
		NMP/100mL		Negativo	
		NMP/100mL		NE	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma. NR= No Reporta  
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017  
EPA = Environmental Protection Agency, \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. Maria Lida Gomez  
Coordinadora Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0000541





LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

MP-1904-042

CLIENTE		DIRECCION		TELEFONO	
Odesar S.W. said Agua NC 2		Matagalpa, de la iglesia Molaguna 1 1/2 c. al sur		2772-3629	
ATENCION		CARGO		EMAIL	
Erwin Salgado Barbas		Técnico en Agua y Saneamiento en el área de infraestructura		erwinjos@yahoo.com	
CELULAR		8844-0759			
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO		INICIO DE ANALISIS		FINAL DE ANALISIS	
02/04/2019		08/04/2019		28/04/2019	
FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA		NUMERO DE MUESTRAS	
30/04/2019		3449		Dos (02)	
Fecha y Hora de Muestreo		02/04/19; 5:58 am		Rango o valor máximo permisible o recomendado	
Muestreado por		Erwin Salgado Barbas			
Supervisor de Muestreo en Campo		Erwin Salgado Barbas			
Fuente		Quebrada Kawasquilla			
Tipo de muestra		Agua Superficial			
Observaciones de Ubicación		El Jicaro - San Dionisio - Matagalpa			
Coordenadas		NR			
Codificación PIENSA		LA-1904-0329			
METODO		ENSAYO REALIZADO		VALOR DE CONCENTRACION	
SM // EPA		PARAMETRO		PUNTO DE MUESTREO 1	
EPA 507.508		Plaguicidas Organoclorados		mg/L	
				ND*	
				Norma CAPRE*	
				NE	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017  
EPA = Environmental Protection Agency, \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE  
ND\*: No Detectado, no se encontró Plaguicidas Organoclorados por encima del límite de detección (LD) del método. LD < 2\*10<sup>-6</sup> mg/L  
OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia González  
COORDINADORA  
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe

0000587

### **ANEXOS III. AFORO DE LA FUENTE Y VISITAS DE CAMPO**



Ilustración 17 Realización de aforo



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18 Tubería en mal estado



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19 Captación



Fuente: Elaboración propia

## **ANEXOS IV. PLANOS**

## **ANEXOS V. ENCUESTA SOCIO ECONÓMICO**

**Formato de Censo Socioeconómica**

Encuesta: N° \_\_\_\_\_ Fecha de Censo: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Comunidad: \_\_\_\_\_

Jefe de Familia: \_\_\_\_\_

**A- POBLACIÓN.**

1-¿Cuántas personas habitan en la vivienda? Niños \_\_\_\_\_ hombre \_\_\_\_\_  
Mujer \_\_\_\_\_

2-Edad (Cantidad en años) 0-5 Años \_\_\_\_ 6-15 Años \_\_\_\_ 16-25 Años \_\_\_\_ 26-35 Años \_\_\_\_ Mayor 36 \_\_\_\_

**3-Nivel Académico (Cantidad)**

Iletrado \_\_\_\_ Primaria \_\_\_\_ Secundaria \_\_\_\_ Universidad \_\_\_\_ técnico \_\_\_\_

**B- VIVIENDA.**

4- Estado legal de la vivienda: Propia ( ) Alquilada ( ) Prestada ( )

5- Uso de la vivienda: Solo vivienda ( ) Negocio ( ) Vivienda y Negocio ( )

6- Paredes de la vivienda: Bloque ( ) Madera ( ) Ladrillo ( ) Adobe ( )  
Otros ( )

7- Piso: Tierra ( ) Madera ( ) Embaldosado ( ) Otro ( )

8- Techo: Zinc ( ) Madera ( ) Teja ( ) Otro ( )

9- Estado de la Vivienda: Buena ( ) Regular ( ) Mala ( )

**C- ECONOMÍA.**

10- ¿Cuántas personas de la vivienda trabajan?: Hombre \_\_\_\_\_ Mujer \_\_\_\_\_

11-Ocupación de los miembros de la familia: Agricultor \_\_\_\_\_ Jornalero \_\_\_\_\_  
Ganadero \_\_\_\_\_ Negociante \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

12-Ingreso Mensual C\$ 1000-2000 ( ) C\$2000-3000 ( ) C\$ 3000-4000 ( )  
C\$4000 a mas ( )

3-¿Posee energía eléctrica?: Si ( ) No ( ) paga al mes Si ( ) No ( )

14- ¿Posee teléfono fijo? Si ( ) No ( ) paga al mes Si ( ) No ( )

15- ¿Posee Cable? Si ( ) No ( ) paga al mes Si ( ) No ( )

**D- INFORMACIÓN SOBRE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

16- ¿Posee agua potable? Si ( ) no ( )

17- ¿cuántos días a la semana dispone de agua potable? \_\_\_\_\_

18- ¿Cuántas horas al día dispone del servicio de agua? \_\_\_\_\_

19- ¿Paga usted por el servicio de agua? Si ( ) No ( )

20- Paga: Tarifa fija ( ) Especificar C\$ \_\_\_\_\_ Consumo real ( ) Cuanto  
último pago \_\_\_\_\_



**21- Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es:** Bajo ( ) Alto ( ) Justo ( )

**22- La cantidad de agua que recibe es:** Suficiente ( ) Insuficiente ( )

**23- ¿Almacena usted agua para el consumo de la familia?** Si ( ) No ( ) [Si es no, pasar a pregunta 25]

**24-¿En cuántos depósitos almacena el agua?**

Baldes\_\_\_\_\_ Barril \_\_\_\_\_ Tanques \_\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_

**25- La calidad del agua es:** Buena ( ) Regular ( ) Mala( )

**26- La presión del agua en su casa es:** Baja ( ) Alta ( ) Suficiente ( )

**27- ¿Está satisfecho con el servicio de agua?** Si ( ) No ( )

**28- ¿Cómo califica el servicio de agua?** Buena ( ) Mala ( ) Regular ( )

**29- ¿Se abastece de otra fuente?** Si ( ) No ( ) [Si es no pasar a pregunta 31]

**30- ¿Cuál es la otra fuente?** Rio ( ) Puesto Público ( ) Lluvia ( ) Manantial ( ) Pozo ( ) Otro\_\_\_\_\_

#### **E- SANEAMIENTO**

**31 -Posee:** Inodoro ( ) Letrina ( ) Otro\_\_\_\_\_

**32- ¿En qué estado se encuentra?** Bueno ( ) Regular ( ) Mal Estado ( )

**33- Cuenta con:** Tanque séptico ( ) Red de Drenaje ( )

**34- La aguas servidas las:** Riegan ( ) la dejan correr ( ) Zanjias de drenaje ( )

**35- ¿Hay charcas en la casa?** Si ( ) No ( )

**36- ¿Cómo eliminan las charcas?** Drenando ( ) Aterrando ( ) otro\_\_\_\_\_

#### **F- PAGO**

**37- ¿Le gustaría tener un servicio de agua potable en su casa?** Si ( ) No ( )

**38- ¿Está satisfecha con la forma en cómo se abastece?** Si ( ) No ( )

**39- Si se realizan obras para mejora y/o ampliar el servicio de agua potable ¿Cuánto pagaría por el un buen servicio (24 horas al día, buena presión y buena calidad?**

C\$ 0-30( ) C\$31-50 ( ) C\$61-85 ( ) C\$86 -100 ( ) más de C\$100 ( )

**40- ¿Estaría dispuesto a aportar para mejorar el sistema de agua?** Si ( ) No ( )

**41- ¿Cuánto estaría dispuesto a aportar?**

C\$ 20-100 ( ) C\$ 101-150 ( ) C\$ 151-200 ( ) más de C\$200 ( ) Con Mano de obra ( ) Nada ( )

**42- ¿Estaría dispuesto a aceptar medidor?** Si ( ) No ( )

**43-¿Cuánto estaría dispuesto a pagar con el medidor por cada M3 de agua consumido?** C\$ 5-10 ( ) C\$ 11-20 ( ) más de C\$ 20( ) Nada\_\_\_\_\_

## **G- SALUD**

**44- ¿Cómo elimina la basura en su vivienda?** Recolector municipal ( )  
Enterrado ( )

En botadero ( ) Quemado ( ) otros\_\_\_\_\_

**45- ¿Cree usted que el agua que consume le ha causado enfermedades?** Si ( ) No ( )

**46 – ¿Cuale son las enfermedades más comunes en su hogar?**

Diarrea ( ) Vomito ( ) Fiebre ( ) Tos ( ) Dengue ( ) Malaria ( ) Hepatitis ( ) Otros ( )

**47- ¿Cómo trata las enfermedades?**

Auto-medicándose ( ) Centro de Salud ( ) Tratamientos caseros ( )  
Otros\_\_\_\_\_